نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۷۲-۴۵۷

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 4, Winter 2021, P. 457-472

مقاله پژوهشی

بررسی امکان کنترل شیمیایی علف‌های هرز در زراعت زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

طیبه حاجی رضایی[۱]- سیدوحید اسلامی[۲]*- سهراب محمودی[۳]- مهدی مین باشی معینی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۲۸

چکیده

به منظور ارزیابی کارایی علف‌کش‌های دو گروه بازدارنده تقسیم سلولی و بازدارنده فتوسیستم II در کنترل علف‌های هرز و عملکرد زیره سبز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. در این تحقیق علف‌کش‌های متعلق به گروه بازدارنده تقسیم سلولی شامل تری‌فلورالین پیش‌کاشت (۲ لیتر در هکتار)، پندی‌متالین پیش کاشت (۳ لیتر در هکتار)، پندی‌متالین پیش‌رویشی (۳ لیتر در هکتار) و همچنین علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II مشتمل بر پرومترین (۲ کیلوگرم در هکتار) و متری‌بیوزین (۱ کیلوگرم در هکتار) به صورت پیش رویشی بکار برده شد و یک تیمار به عنوان وجین علف های هرز تمام فصل نیز در نظر گرفته شد. صفات اندازه‌گیری شده برای علف‌های هرز شامل ارتفاع، تراکم، وزن خشک و سطح برگ و برای زیره سبز شامل عملکرد دانه و بیولوژیک بودند. نتایج نشان داد که پس از تیمار وجین دستی با ۱۰۰ درصد کاهش، تیمار پندی متالین پیش‌رویشی توانست به ترتیب با ۹۹/۷، ۹۹/۷ و ۹۷/۹ بیشترین درصد کاهش (در مقایسه با شاهد) را در مجموع تراکم، وزن خشک و سطح برگ علف‌های هرز به خود اختصاص دهد. بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک به ترتیب با ۹۷۳ کیلوگرم در هکتار و ۱۸۳۳/۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار وجین بود. علف کش پندی‌متالین پیش‌رویشی با ۲۰۴ درصد افزایش در عملکرد دانه (۹۲۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۷۳ درصد افزایش در عملکرد بیولوژیک (۱۸۰۹/۰۳ کیلوگرم در هکتار) در بین علف‌کش‌ها بالاترین میزان عملکرد دانه و بیولوژیک را نشان داد. همچنین علف‌کش متری‌بیوزین به ترتیب با ۶۳ و ۶۹ درصد کاهش در عملکرد دانه (۱۲۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۲۶۸/۶ کیلوگرم در هکتار) کمترین میزان عملکرد دانه و بیولوژیک را به خود اختصاص داد. نتایج ارزیابی چشمی نیز حاکی از آن است که علف‌کش پندی‌متالین با نمره ارزیابی ۱ کمترین خسارت را به زیره سبز و متری‌بیوزین با نمره ارزیابی ۸ بیشترین خسارت را به زیره سبز وارد نمود.

واژه‌های کلیدی: پرومترین، پندی‌متالین، تری‌فلورالین، متری‌بیوزین، وجین‌دستی

مقدمه

زیره‌سبز[۵] از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان[۶] است که بعضی آن‌را بومی مناطق جنوبی مدیترانه و عده‌ای بومی ناحیه علیای مصر و سواحل نیل می‌دانند (۱۱). در حال حاضر ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان زیره سبز در دنیاست که سهم زیادی از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد. این گیاه در حال حاضر در کشور در استان‌های خراسان، آذربایجان شرقی، یزد، اصفهان و بخش‌هایی از استان گلستان (ترکمن صحرا) و کرمان کشت می‌شود و هر ساله بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌شود (۱۷). ویژگی‌هایی از قبیل فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجیه اقتصادی بالا نسبت به محصولات زراعی دیگر و صادراتی بودن آن، باعث شده این گیاه جایگاه ویژه‌ای در الگوی کشت مناطق خشک و نیمه خشک از جمله خراسان داشته باشد (۳۱). با توجه به اینکه زیره سبز گیاهی ظریف است که قدرت رقابت با علف‌های هرز آن کم است و از طرفی چون سطح برگ آن به‌کندی سطح زمین را می‌پوشاند، فضای مناسب برای

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز و دانشیاران دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: sveslami@birjand.ac.ir)
۴- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v34i4.86545

5- *Cuminum cyminum* L.
6- Apiaceae

رشد و توسعه علف‌های هرز را فراهم می‌نماید. در اکوسیستم‌های کشاورزی علف‌های هرز عامل محدودیت توسعه کشت می‌باشند و در صورت عدم کنترل علف‌های هرز عملکرد گیاهان بسته به توان رقابتی علف‌های هرز و گیاه زراعی، بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد (۱). بحاتی (۵) گزارش کرد تداخل تمام فصل علف‌های با زیره سبز عملکرد دانه را بیش از ۸۰ درصد کاهش داد. همچنین نتایج تحقیق یاداو و داما (۴۲) نشان داد که رقابت علف‌های هرز با زیره سبز ۹۰- ۸۰ درصد از عملکرد دانه این گیاه کاست. روش‌های کنترل علف‌های هرز شامل کنترل مکانیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی می‌باشد که به رغم مشکلات زیست محیطی علف‌کش‌ها هنوز به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴۵). کومار (۱۹) در بررسی کنترل شیمیایی علف‌های هرز علف‌کش لینورون و پندی‌متالین را به صورن پیش‌رویشی و پس‌رویشی به ترتیب به میزان ۰/۵ کیلوگرم و یک کیلوگرم در هکتار به‌کار برد و به این نتیجه رسید که کاربرد پندی‌متالین ۹۹/۷-۹۹/۲ درصد تراکم علف‌های هرز را در زیره سبز کاهش داد. آزمایشی در مزرعه راجستان هند بر روی زیره سبز توسط یاداو و شرما (۴۲) انجام گرفت و بیان نمودند که پس از تیمار وجین دستی، کاربرد تری‌فلورالین به‌میزان ۱/۰۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را ۲۵۲ درصد افزایش داد و بالاترین درصد افزایش صفات رویشی و عملکردی مربوط به این تیمار بود. در مطالعه‌ای راتور و همکاران (۳۳) پندی‌متالین به میزان ۱/۵-۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پیش‌کاشت و پیش‌رویشی، فلوکلرالین به میزان یک کیلوگرم در هکتار برای کنترل علف‌های هرز پنجه‌مرغی (*Cynodon dactylon* L.)، سلمه (*Chenopodium album* L.)، آفتاب‌پرست (*Heliotropium europaeum* L.) در مزرعه زیره سبز به‌کار بردند و گزارش کردند کاربرد علف‌کش‌ها باعث افزایش عملکرد نسبت به شاهد بدون کنترل شد و پندی‌متالین بالاترین عملکرد را به‌همراه داشت. دستورانی و همکاران (۹) در آزمایشی علف‌کش‌های تری‌فلورالین و اتال‌فلورالین را به‌صورت پیش‌کاشت، اگزادیازون، سیمازین و پرومترین را به‌صورت پیش‌رویشی و لینورون را به‌صورت پس‌رویشی به‌کار بردند و نتیجه گرفتند تیمارهای علف‌کشی تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و پس از تیمار وجین دستی تیمار اتال‌فلورالین بیشترین عملکرد دانه زیره سبز را به همراه داشت. هر چند در حال حاضر تولیدکنندگان زیره سبز، با وجین کردن مزارع به‌صورت مکانیکی با علف‌های هرز مبارزه می‌کنند، ولیکن این روش هزینه‌بر بوده و به بوته‌های زیره خسارت فراوان می‌زند، شناسایی علف‌کش انتخابی برای مبارزه با علف‌های هرز این گیاه گام بزرگی در جهت کاهش هزینه‌های تولید آن خواهد بود. اگر چه در این زمینه بررسی‌هایی صورت گرفته ولی نتیجه قطعی حاصل نشده است. بر طبق نتایج محققین از جمله علف‌کش‌های قابل استفاده در زیره سبز می‌توان به اکسی‌فلورفن، پندی‌متالین، اکسادیارژیل و تری‌فلورالین اشاره نمود ولی تاکنون هیچ علف‌کش اختصاصی برای زیره سبز در کشور ثبت نشده است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان کنترل شیمیایی علف‌های هرز و ارزیابی عملکرد زیره سبز در واکنش به علف‌کش‌ها و پیشنهاد علف‌کش انتخابی برای این گیاه دارویی مهم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند-کرمان در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۶ در ۲/۴ متر اجرا شد. عملیات تهیه زمین (در زمینی با سابقه آلودگی بالا به علف‌های هرز) شامل شخم عمیق، دو دیسک عمود بر هم، لولر، ایجاد جوی و پشته و ایجاد نهر و کرت‌بندی در اوایل آذرماه ۱۳۹۵ انجام شد. به منظور اعمال تیمارهای آزمایشی هر کرت از طول به دو نیم تقسیم و نیمه پایینی هر کرت سم پاشی و نیمه بالایی به عنوان شاهد متناظر همان کرت (بدون سمپاشی) در محاسبات استفاده گردید. در این تحقیق علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی و بازدارندهٔ فتوسیستم II مورد استفاده قرار گرفت و تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد پیش کاشت مخلوط با خاک علف‌کش تری فلورالین (دو هفته قبل از کاشت) به مقدار ۲ لیتر از ماده تجاری در هکتار، کاربرد پیش کاشت مخلوط با خاک علف‌کش پندی متالین (دو هفته قبل از کاشت) به مقدار ۳ لیتر از ماده تجاری در هکتار، کاربرد پیش رویشی علف‌کش پندی متالین به مقدار ۳ لیتر از ماده تجاری در هکتار، کاربرد پیش رویشی علف‌کش پرومترین به میزان ۲ کیلوگرم از ماده تجاری در هکتار، کاربرد پیش رویشی علف‌کش متری بیوزین به مقدار یک کیلوگرم از ماده تجاری در هکتار و وجین تمام فصل علف‌های هرز بودند.

علف‌کش‌های پیش کاشت دو هفته قبل از کاشت به زمین زده شد و بلافاصله توسط شن‌کش با لایهٔ سطحی خاک مخلوط گردید. برای سهولت تسریع در سبز شدن، بذر زیره سبز به مدت ۲۴ ساعت در آب خیس گردید تا مواد بازدارنده جوانه‌زنی شسته شده و یکنواختی سبز شدن اتفاق بیفتد، بذور قبل از کاشت توسط قارچ‌کش مانکوزب به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شد. عملیات کاشت با دست و به صورت ردیفی بر اساس تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع در تاریخ ۲۷ آذرماه ۱۳۹۵ صورت گرفت. برای سمپاشی از سم‌پاش پشتی کتابی با نازل شره‌ای که با حجم آب ۳۵۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود، استفاده گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه تحقیق
Table 1- Physiochemical properties of experimental field soil

بافت خاک Soil texture	ذرات خاک Soil particles رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	ماده آلی Organic matter	پتاسیم قابل جذب Available K	فسفر قابل جذب Available P	کربن C	نیتروژن N	هدایت الکتریکی (EC)	pH	عمق Depth
		%		%	ppm	ppm	%	%	dS/m		cm
شنی لومی Loamy sand	14	26	60	0.38	208	45	0.22	0.042	6	8	(0-30)

جدول ۲- فهرست علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش
Table 2- List of applied herbicides on experiment

نام عمومی Common name	نام تجاری Commercial name	نحوه اثر Mode of action	فرمولاسیون Formulation
تری‌فلورالین Trifluralin	ترفلان Treflan	بازدارنده تقسیم سلولی Cell division inhibitor	48٪EC
پندی‌متالین pendimethalin	استومپ Stomp	بازدارنده تقسیم سلولی Cell division inhibitor	33٪Ec
پرومترین prometryn	گزاگارد Gesagard	بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ Photosynthesis inhibitor in photosystem II	80٪WP
متری‌بوزین Metribuzin	سنکور Sencor	بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ Photosynthesis inhibitor in photosystem II	%70 WP

به منظور جلوگیری از بادبردگی علف‌کش‌ها به کرت‌های مجاور، در هنگام سمپاشی حفاظ‌های پلاستیکی با ارتفاع یک و نیم متر در چهار سمت هر کرت نصب شد. علف‌کش‌های پیش‌رویشی یک هفته پس از کاشت و قبل از سبز شدن زیره اعمال گردید. پس از اعمال تیمار پیش‌رویشی آبیاری انجام شد. آبیاری نیز به صورت سیفونی هفته‌ای یک‌بار انجام گرفت. به منظور ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کنترل علف‌های هرز نمونه‌برداری از علف‌های هرز در ۳ مرحله (به ترتیب در مرحلهٔ ۲ تا ۴ برگی، شاخه‌دهی و چتردهی زیره سبز (در ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ روز پس از کاشت)) صورت گرفت. جهت نمونه‌برداری از کوادرات ۵۰ در۵۰ سانتی‌متری استفاده شد. علف‌های هرز به تفکیک گونه شمارش و وزن خشک آنها پس از قرار دادن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. سپس توسط رابطه ۱، تعیین درصد مهار علف‌های هرز (WCE[1]) بر اساس کاهش تراکم، وزن خشک، سطح برگ و ارتفاع هر تیمار نسبت به شاهد متناظرش محاسبه گردید (۴۴).

۱۰۰ × {(نیمه سمپاشی نشده)/{(نیمه سمپاشی شده) − (نیمه سمپاشی نشده)} } = درصد کاهش صفات علف‌های هرز (رابطه ۱)

همزمان با نمونه‌برداری در مزرعه جهت بررسی شدت خسارت علف‌کش‌ها بر علف‌های هرز و زیره از شاخص ارزیابی چشمی که بر اساس روش شورای تحقیقات علف‌های هرز اروپا (EWRC[2]) می‌باشد استفاده گردید (جدول ۳). عملیات برداشت نیز در ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۶ پس از رسیدگی فیزیولوژیکی طی دو روز با دست انجام شد.

علف‌های هرز موجود در مزرعه شامل علف هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.)، سلمه‌تره، علف شور (*Salsola kali* L.)، خاکشیر (*Descurainia sophia* L.)، بنگدانه (*Hyoscyamus niger* L.) و پنجه‌مرغی بودند که همگی از جمعیت طبیعی علف‌های هرز منطقه حاصل از بانک بذر طبیعی خاک به وجود آمده بودند. سه علف‌هرز اول به عنوان علف‌های هرز غالب و سه جنس دیگر به دلیل فراوانی کم به عنوان سایر علف‌های هرز در نظر گرفته شدند. ارتفاع علف‌های هرز موجود در کوادرات با خط‌کش اندازه‌گیری و برای گونه‌های شاخص (از قبیل هفت‌بند، سلمه و علف شور) میانگین ارتفاع ثبت و برای سایر علف‌های هرز موجود در مزرعه از رابطه ۲ استفاده شد.

1- Weed Control Efficiency

2- European Weed Research Council

(مجموع تراکم سه گونه)/{(تراکم×ارتفاع گونه۳)+(تراکم×ارتفاع گونه۲)+(تراکم×ارتفاع گونه۱)}= ارتفاع سایر علف‌های هرز (رابطه ۲)

به منظور اندازه‌گیری تراکم، در هر نمونه‌برداری تعداد علف‌های هرز بر حسب متر مربع در کوادرات متحرک به تفکیک برای هر گونه یادداشت گردید. علف‌های هرز پس از کف‌بُر شدن به تفکیک گونه در داخل نایلون زیپ‌دار گذاشته شده و سپس در آزمایشگاه سطح برگ آن‌ها توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (Delta-T Devices, UK) اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان سطح برگ یادداشت شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شده و سپس با ترازو توزین شد.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و دانه، در اواخر اردیبهشت ۱۳۹۶ تمام بوته‌ها از سطح ۲ متر مربع از هر کرت به صورت کامل برداشت و در هوای آزاد خشک گردید و سپس با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند. پس از جداسازی کاه و کلش، دانه‌ها به تفکیک برای هر نیم‌کرت وزن شد. در پایان هم برای محاسبه درصد تغییر عملکرد از رابطه ۳ استفاده شد (۳۸).

۱۰۰× عملکرد سمپاشی نشده/ عملکرد سمپاشی شده = درصد تغییر عملکرد (رابطه ۳)

برای پردازش داده‌ها و محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت شده در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

جدول ۳- مقیاس ارزیابی چشمی خسارت علف‌کش‌ها به علف‌های هرز و گیاه زراعی بر اساس روش شورای تحقیقات علف‌های هرز اروپا

Table 3- Visual scale for herbicides damages to weeds and crop based on EWRC protocol

نمره ارزیابی Rating	پاسخ علف‌هرز Weed response		پاسخ گیاه زراعی Crop response	
	درصد کنترل Control %	توضیح Description	درصد خسارت Damage %	توضیح Description
1	100	نابودی کامل Complete destruction	0	بدون خسارت یا کاهش عملکرد No damage or without yield loss
2	96.5-99	کنترل بسیار خوب Very good control	1-3.5	خسارت یا رنگ‌پریدگی بسیار کم یا علائم خفیف مشابه Slight damage or discoloration
3	93-96.5	کنترل خوب Good control	3.5-7	خسارت کمی شدیدتر ولی ناپایدار Some inconsistent more harsh damage
4	87.5-93	کنترل مطلوب Favorable control	7-12.5	خسارت متوسط و پایدارتر Moderate and more consistent damage
5	80-87.5	کنترل کمی مطلوب Less favorable control	12.5-20	خسارت متوسط و پایدار Moderate and consistent damage
6	70-80	کنترل نامطلوب Unfavorable control	20-30	خسارت سنگین Heavy damage
7	50-70	کنترل ضعیف Poor control	30-50	خسارت بسیار سنگین Very heavy damage
8	1-50	کنترل بسیار ضعیف Very poor control	50-99	خسارت در حد نابودی کامل Damage resulting in total loss
9	0	کاملاً بی‌تأثیر Completely ineffective	100	نابودی کامل Total loss

نتایج و بحث

ارزیابی چشمی

نتایج ارزیابی چشمی اثر علف‌کش‌ها بر علف‌های هرز نشان داد که علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی بیشترین تأثیر را در مهار علف‌های هرز در هر سه مرحله از نمونه‌برداری از خود نشان دادند که از بین این سه علف‌کش، پندی‌متالین پیش رویشی توانست بهترین کنترل را در پی داشته باشد و علف‌کش‌های متری‌بیوزین و پرومترین اثر کمتری در مهار علف‌های هرز داشتند. همچنین ارزیابی چشمی اثر علف‌کش‌ها بر زیره سبز بیانگر این مطلب بود که پندی‌متالین پیش‌کاشت و پیش رویشی اثر گیاه سوزی مشخصی بر زیره سبز نداشتند و نمره ارزیابی ۱ (بدون خسارت یا کاهش عملکرد گیاه زراعی) را به خود اختصاص داد (جدول۳). جورسیک و همکاران (۱۶) بیان داشتند که آسیب کم پندی‌متالین به آفتابگردان شاید به دلیل متابولیسم سریع این علف‌کش در گیاه و تحرک کم آن در خاک باشد. بر طبق ارزیابی چشمی، رشد اولیه بوته‌های زیره در اثر کاربرد تری‌فلورالین کند بود، ولی اثر نامطلوبی بر زیره نگذاشت. غلام‌پور شمامی و همکاران (۱۳) بیان داشتند بر اساس ارزیابی چشمی، رشد اولیه بوته‌های نخود در اثر کاربرد تری‌فلورالین کند بود، اما پندی‌متالین اثر گیاه‌سوزی مشخصی نداشت.

در این آزمایش بیشترین درصد خسارت مربوط به علف‌کش متری‌بیوزین با نمره چشمی ۸/۳۳ بود که خسارت سنگینی بر گیاه وارد نمود (جدول ۳). در گزارش فقیه و همکاران (۱۲) و ممنوعی و همکاران (۲۱) به تأثیر گیاه‌سوزی متری‌بیوزین در یونجه (*Medicago sativa* L.) و ایزدی دربندی و همکاران (۱۵) در زیره‌سبز اشاره شده است.

تراکم علف‌های هرز

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمارهای علفکش تأثیر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز هفت‌بند و سلمه‌تره و مجموع علف‌های‌هرز در مرحله اول و سوم نمونه‌برداری ($P\leq ۰/۰۱$) و تراکم علف‌شور در مرحله سوم نمونه‌برداری ($P\leq ۰/۰۵$) داشتند (جدول ۴).

تراکم علف هفت‌بند: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تمامی مراحل نمونه‌برداری، پس از تیمار وجین‌دستی، علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی تراکم این علف‌هرز را به صفر بوته در متر مربع (۱۰۰ درصد) کاهش داد. در مرحله دوم نمونه‌برداری، علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌کاشت و تری‌فلورالین نیز کاهش صددرصدی در تراکم علف هفت‌بند ایجاد نمودند (جدول ۵). دستورانی و همکاران (۸) نتیجه گرفتند تیمار وجین‌دستی، تری‌فلورالین و پرومترین توانستند تراکم علف هفت‌بند را به‌طور معنی‌داری در زیره سبز نسبت به تیمار عدم کاربرد علف‌کش‌ها کاهش دهند. رینر و پاول (۳۴) گزارش نمودند که کاربرد پیش رویشی متری‌بیوزین به میزان ۲۸۰ گرم در هکتار یا ریم‌سولفورون به میزان ۲۷ گرم در هکتار، تراکم هفت‌بند را در سیب‌زمینی ۸۹ تا ۹۱ درصد کاهش دادند.

تراکم سلمه‌تره: براساس نتایج می‌توان بیان نمود که در مراحل مختلف نمونه‌برداری تأثیر علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی و بازدارنده فتوسیستم II بر تراکم سلمه‌تره متفاوت بوده است. به طوری که در مرحله اول نمونه‌برداری علف‌کش پرومترین پس از وجین دستی، سبب کاهش ۹۴/۴ درصدی در تراکم این علف‌هرز گردیده اما در مرحله دوم و سوم نمونه‌برداری علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی باعث کاهش بیشتر در تراکم سلمه‌تره شدند (جدول ۵). وال و فریزن (۴۱) نتیجه گرفتند کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین علف‌هرز سلمه‌تره را در شوید به طور معنی‌داری کنترل کرد. چودری (۷) در بررسی کارایی علف‌کش‌ها در گشنیز نتیجه گرفتند که کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن و پندی‌متالین بعد از تیمار وجین دستی بالاترین کارآیی را در کنترل سلمه داشت. نتایج تحقیق سینی‌ول (۲۰۰۱) نشان داد که تیوبنکارب نسبت به پندی‌متالین کارآیی کمتری در کنترل سلمه‌تره در گشنیز داشت. توماس و کالس (۴۰) نتیجه گرفتند علف‌کش‌های پندی‌متالین، متولاکلر و استوکلر به ترتیب باعث کاهش ۹۸، ۶۶ و ۸۶ درصد تراکم سلمه‌تره در ذرت شدند. رحمان و همکاران (۳۲) نیز کارآیی علف‌کش پندی‌متالین را در تراکم سلمه‌تره گزارش کردند.

تراکم علف شور: در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری پس از تیمار وجین‌دستی، علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌کاشت و پرومترین، در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری علف‌کش‌های تری‌فلورالین و پندی‌متالین پیش‌کاشت و در مرحله سوم نمونه‌برداری علف‌کش تری‌فلورالین سبب کاهش صددرصدی تراکم علف‌شور گردید. علف‌کش متری‌بیوزین کمترین تأثیر را در کنترل این علف‌هرز داشت (جدول ۵). پرشانت و همکاران (۲۸) نتیجه گرفتند تراکم علف‌شور با کاربرد پندی‌متالین به میزان ۹۹-۸۹ درصد در گلرنگ کاهش پیدا کرد.

تراکم سایر علف‌های‌هرز: با توجه به نتایج جدول ۵، در هر سه مرحلهٔ نمونه‌برداری، علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی نسبت به علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II باعث کاهش معنی‌دار تراکم سایر علف‌های‌هرز شدند. باغستانی (۲) نتیجه گرفت علف‌کش پندی‌متالین توانست ۱۹ درصد علف‌هرز پنجه مرغی را در ذرت کنترل کند. نتایج تحقیق کرمی‌نژاد و همکاران (۱۸) نشان دادند که اثر علف‌کش‌ها بر تراکم سایر علف‌های هرز شامل اویارسلام، پنیرک و سوروف در مزرعه ماش معنی‌دار شد. این محققین اظهار داشتند در مقایسه با شاهد تداخل علف‌های هرز با تراکم ۱۴/۳ بوته در متر مربع، کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین، اکسی‌فلورفن، تری‌فلورالین،

اکسادیازون و پرومترین به ترتیب تعداد سایر علف‌های هرز را به ۶، ۷/۶، ۹/۲، ۱۲ و ۱۲/۱ بوته در متر کاهش دادند. غلام‌پور شمامی و همکاران (۱۳) در آزمایش تأثیر روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز و تراکم گیاهی بر کنترل علف‌های هرز نخود گزارش کردند پس از وجین، پندی‌متالین پیش‌رویشی توانست تراکم سایر علف‌های هرز (توق، شاهتره، تاجریزی و هفت‌بند) را به‌طور مؤثری کنترل کند. این محققین بیان نمودند پایین بودن بازده کنترل سایر علف‌های هرز در مقایسه با علف‌های هرز عمده، با توجه به وجود علف‌های هرز متنوع و احتمالاً سمج منطقی به‌نظر می‌رسد، زیرا با توجه به زمان رویش متفاوت این علف‌های هرز، احتمالاً بعضی از آن‌ها بیش از حد بزرگ شده بودند و در نتیجه تیمارهای پس‌رویشی تأثیر کمتری در کنترل آن‌ها داشتند و همچنین بعضی از علف‌های هرز پس از اعمال تیمارهای پس‌رویشی روئیدند.

تراکم مجموع علف‌های‌هرز: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در مرحله اول نمونه‌برداری پس از تیمار وجین دستی کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی باعث کاهش صددرصدی تراکم مجموع علف‌های‌هرز گردید که البته اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌کاشت و تری‌فلورالین نداشت. در مرحلهٔ دوم نمونه‌برداری علاوه بر وجین‌دستی کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌کاشت و پیش‌رویشی و تری‌فلورالین صددرصد کاهش در تراکم مجموع علف‌های‌هرز نشان دادند و در مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری تنها وجین‌دستی کاهش صددرصدی تراکم علف‌های هرز را نشان داد، و لیکن کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با وجین نداشتند به طوری که در تمامی مراحل نمونه‌برداری، علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II کارایی کمتری در کنترل تراکم مجموع علف‌های‌هرز داشتند. نتایج تحقیق یاداو و همکاران (۴۳) نشان داد که کاربرد پندی‌متالین به میزان یک کیلوگرم در هکتار پس از تیمار وجین دستی بالاترین درصد کاهش (۹۴/۹ درصد) را بر تراکم مجموع علف‌های هرز داشت. دانگرول و همکاران (۱۰) بیان کردند کاربرد پندی‌متالین پیش‌رویشی و تری‌فلورالین بعد از وجین دستی به‌طور معنی‌داری تراکم علف‌های هرز را کاهش داد.

ارتفاع علف‌های هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر علف‌کش‌ها بر ارتفاع علف‌های هرز تنها در مرحله اول نمونه‌برداری بر گیاه سلمه‌تره و در مرحله سوم نمونه‌برداری در علف‌های هرز هفت‌بند و علف‌شور ($P\leq0.05$) معنی‌دار بود (جدول ۴).

ارتفاع هفت‌بند: با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، کاربرد علف‌کش پندی‌متالین به صورت پیش‌رویشی، علاوه بر وجین دستی، سبب کاهش صددرصدی ارتفاع در هر سه مرحله نمونه‌برداری گردید. در مرحله دوم نمونه‌برداری تمامی علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی، سبب کاهش صددرصدی ارتفاع علف هفت‌بند گردیدند.

ارتفاع سلمه تره: نتایج نشان داد که تنها وجین‌دستی سبب کاهش صددرصدی ارتفاع علف‌هرز سلمه‌تره شد. در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، در زمان کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی، علف‌هرز سلمه‌تره مشاهده نشد که با عدد صفر نشان داده شده است اما در مرحله سوم نمونه‌برداری کاربرد این علف‌کش، بیشترین کاهش ارتفاع سلمه‌تره (۶۶/۷٪) را به همراه داشت. کاربرد علف‌کش پرومترین در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری بیشترین تأثیر را بر کاهش ارتفاع این علف‌هرز داشت (جدول ۵). لازم به ذکر است بخشی از این تفاوت در اثربخشی علف‌کش‌ها در مراحل مختلف نمونه‌برداری را تا حدودی به رفتار سبزشدن متفاوت گونه‌های مختلف علف‌های هرز و نیز ظهور لکه‌ای آنها می‌توان نسبت داد.

ارتفاع علف شور: اثر کاربرد علف‌کش‌ها در مراحل مختلف نمونه‌برداری بر ارتفاع علف‌شور متفاوت بود به نحوی‌که در مرحله اول نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌کاشت و پرومترین و در مرحله دوم نمونه‌برداری؛ کاربرد علف‌کش‌های تری‌فلورالین و پندی‌متالین پیش‌کاشت پس از وجین دستی، سبب کاهش صددرصدی ارتفاع علف‌شور شدند (جدول ۵). پرشانت و همکاران (۲۸) نتیجه گرفتند ارتفاع علف‌شور با کاربرد پندی‌متالین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

ارتفاع سایر علف‌های‌هرز: بر اساس نتایج آزمایش که در جدول ۵ نشان داده شده است، در دو مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش پرومترین سبب کاهش صددرصدی ارتفاع بوته‌های سایر علف‌های هرز در مزرعه شد اما در مرحله سوم، کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی تأثیر صددرصدی در کنترل علف‌های هرز داشت که به نظر می‌رسد حاکی از پایداری اثر این علف‌کش پس از گذشت ۱۱۰ روز از کاربرد، در کنترل علف‌های هرز می‌باشد. نتایج تحقیق تیرا و همکاران (۳۹) نشان داد ارتفاع علف‌هرز گاو پنبه تحت تأثیر علف‌کش‌ها قرار گرفت و کاهش معنی‌داری در مقایسه با تیمار تداخل تمام فصل داشت. همچنین حاج محمدنیا قالی‌باف (۱۴) گزارش کرد ارتفاع سایر علف‌های هرز (سوروف و گاو پنبه) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر علف‌کش‌ها قرار گرفت و ارتفاع سوروف به‌طور متوسط ۶۶ درصد و ارتفاع گاو پنبه ۷۱ درصد کاهش یافت.

سطح برگ علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها سطح برگ علف هفت‌بند و سلمه‌تره در مرحله اول نمونه‌برداری و سطح برگ مجموع در مرحله سوم نمونه‌برداری بصورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمار علف‌کشی قرار گرفتند ($P\leq0.05$) و تأثیر علف‌کش‌ها بر سطح برگ سایر علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر علف‌کش‌ها بر تراکم، ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک علف‌های هرز در سه مرحله نمونه‌برداری

Table 4- Analysis of variance (MS) for the effect of herbicides on weed density, height, leaf area and dry weight at three sampling stages

	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	First Sampling نمونه‌برداری اول					Second Sampling نمونه‌برداری دوم					Third Sampling نمونه‌برداری سوم				
			هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر Other weeds	مجموع Total	هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر Other weeds	مجموع Total	هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر Other weeds	مجموع Total
تراکم (Density)	بلوک(Block)	2	112.3 ^{ns}	2269.5 ^{ns}	478.4 ^{ns}	2222 ^{ns}	49.65 ^{ns}	1668 ^{ns}	583.2 ^{ns}	1269 ^{ns}	7222 ^{ns}	921.7 ^{ns}	1564 ^{ns}	934.5 ^{ns}	89.58 ^{ns}	1607.9 ^{ns}	292.5 ^{ns}
	تیمار(Treatment)	5	2025.4 **	5825 **	4090 ^{ns}	4556 ^{ns}	796.1 **	2224 ^{ns}	669.7 ^{ns}	1185 ^{ns}	1888 ^{ns}	1084 ^{ns}	2866 **	2553.7 **	2279.8 *	1257.6 ^{ns}	1422 **
	خطا(Error)	10	119.1	825.03	1256.2	1555	57.15	964.6	346.1	1194.4	1222	455.4	481.4	435.6	653.4	413.5	173.6
ارتفاع (Height)	بلوک(Block)	2	720.9 ^{ns}	5755 ^{ns}	1188 ^{ns}	2222 ^{ns}	-	276.9 ^{ns}	6666 ^{ns}	1097 ^{ns}	3888 ^{ns}	-	1927 ^{ns}	3078 ^{ns}	3984 ^{ns}	1273.4 ^{ns}	-
	تیمار(Treatment)	5	934.3 ^{ns}	3915.5 *	2343 ^{ns}	4556 ^{ns}	-	539.7 ^{ns}	3666 ^{ns}	1359 ^{ns}	8889 ^{ns}	-	2012 *	2229.6 ^{ns}	3734.2 *	1534 ^{ns}	-
	خطا(Error)	10	845.4	982.2	1276.5	1555	-	174.4	1333.3	1287.4	189	-	471.6	844.1	955.7	166.2	-
سطح برگ (Leaf Area)	بلوک(Block)	2	396.1 ^{ns}	5441 ^{ns}	1071 ^{ns}	2222 ^{ns}	74.6 ^{ns}	459.5 ^{ns}	518.1 ^{ns}	1545 ^{ns}	3888 ^{ns}	319.1 ^{ns}	550.6 ^{ns}	726.3 ^{ns}	2344 ^{ns}	2060.1 ^{ns}	440.5 ^{ns}
	تیمار(Treatment)	5	1358.4 *	4446.2 *	29.07 ^{ns}	4556 ^{ns}	415.1 ^{ns}	898.6 ^{ns}	1030.8 ^{ns}	988 ^{ns}	556 ^{ns}	707.1 ^{ns}	2504 ^{ns}	2313.6 ^{ns}	2514 ^{ns}	947.3 ^{ns}	749.1 *
	خطا(Error)	10	306.1	939.7	1231.7	1555	208.21	278.5	337.7	1082.6	2555	218.3	813.8	785.6	1472.6	915.6	209.6
وزن خشک (Dry Weight)	بلوک(Block)	2	203.8 ^{ns}	5891.6 ^{ns}	787.9 ^{ns}	2222 ^{ns}	161.5 ^{ns}	734.7 ^{ns}	212.7 ^{ns}	1806 ^{ns}	3888 ^{ns}	354.6 ^{ns}	1247 ^{ns}	1004 ^{ns}	718.6 ^{ns}	259.8 ^{ns}	578.2 ^{ns}
	تیمار(Treatment)	5	1244.1 *	4125.6 *	3820 ^{ns}	4556 ^{ns}	392.8 ^{ns}	1801.1 *	125.04 ^{ns}	932 ^{ns}	889 ^{ns}	460.9 ^{ns}	1836 *	1335 ^{ns}	1036.5 ^{ns}	2572.1 *	693.5 *
	خطا(Error)	10	264.3	964.6	1201.1	1555	243.3	493.4	92.67	941.1	1888.8	187.8	536.1	491.4	1395.4	750.5	187.2

^{ns}, *, **: Not significant and significant at 5% and 1% levels, respectively.

^{ns}، *، **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد کاهش تراکم و ارتفاع علف‌های هرز در سه مرحله نمونه‌برداری

Table 5- Comparison of mean percentage of density and height of weeds in three sampling stages

	علفکش Herbicde	First Sampling نمونه‌برداری اول					Second Sampling نمونه‌برداری دوم					Third Sampling نمونه‌برداری سوم				
		هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر علف‌های هرز Other weeds	مجموع Total	هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر Other weeds	مجموع Total	هفت بند Knotweed	سلمه تره Lambsquarters	علف شور Saltwort	سایر Other weeds	مجموع Total
تراکم (Density)	تری فلورالین Trifluralin	98.6a*	37.5b	66.7ab	0 b	93.8ab	100a	100a	100a	66.7ab	100a	39.5b	93.1a	100a	61.1bc	84.1ab
	پندی متالین پیش کاشت Pendimethalin- pre plant	99.4a	33.3b	100a	33.3ab	99 ab	100a	100a	100a	33.3b	100a	97.3a	94.6a	94.2a	52.8c	92.8a
	پندی متالین پیش رویشی Pendimethalin- pre emergence	100a	0 b	66.7ab	66.7ab	100a	100a	100a	66.6a	66.7ab	100a	100a	99a	99.4a	100a	99.1a
	پرومترین Prometryn	80.2a	94.4a	100a	100a	85.5b	66.7ab	78b	78.6a	100a	77.7ab	87.3a	32.5b	46.7b	94.4ab	64.1bc
	متری بیوزین Metribuzin	34.9b	0 b	5.56b	66.7ab	58.2c	35.2b	66b	54.3a	66.7ab	54.4b	34.6b	50.4b	43.7b	80 abc	45.7c
	وجین Weeding	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a
ارتفاع (Height)	تری فلورالین Trifluralin	80a	40bc	66.7ab	0 b	-	100a	66.7ab	100a	66.7a	-	38.9c	23.1b	66.7ab	47.1a	-
	پندی متالین پیش کاشت Pendimethalin- pre plant	73.3a	33.3bc	100a	33.3ab	-	100a	33.3bc	100a	66.7a	-	91.6ab	48.9ab	33.3bc	60.6a	-
	پندی متالین پیش رویشی Pendimethalin- pre emergence	100a	0 c	66.7ab	66.7ab	-	100a	0 c	66.7a	66.7a	-	100a	66.7ab	0 c	100a	-
	پرومترین Prometryn	60a	80ab	100a	100a	-	89.7ab	66.7ab	76.2a	100a	-	69.8abc	53.9ab	42.8bc	64.6a	-
	متری بیوزین Metribuzin	62.2a	33.3bc	31.1b	66.7ab	-	66.7b	33.3bc	50a	66.7a	-	52.6bc	32.5b	21.1bc	58.2a	-
	وجین Weeding	100a	100a	100a	100a	-	100a	100a	100a	100a	-	100a	100a	100a	100a	-

Similar letters in each column indicate no significant differences based on $FLSD_{5\%}$

در هر ستون، حروف مشترک نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون FLSD در سطح ۵٪ هستند.

سطح برگ علف هفت‌بند: در مرحله اول نمونه‌برداری تنها علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی بعد از وجین‌دستی سبب کاهش صددرصدی سطح برگ علف هفت‌بند شد اما در مرحله دوم نمونه‌برداری تمامی علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی کاهش صددرصدی سطح برگ این علف‌هرز را بدنبال داشتند. در مرحله سوم نمونه‌برداری نیز کمترین کنترل علف‌های هرز توسط تری‌فلورالین بود که نشان دهنده تأثیر کوتاه مدت این علف‌کش در کنترل سطح برگ هفت‌بند می‌باشد (جدول ۶).

سطح برگ سلمه‌تره: در مرحله اول وجین‌دستی بیشترین کنترل را بر سطح برگ سلمه‌تره داشت (۱۰۰ درصد کاهش). در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری، وجین و علف‌کش پندی‌متالین باعث کاهش صددرصدی سطح برگ این علف‌هرز گردیدند. علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی کارایی بهتری نسبت به بازدارنده‌های فتوسیستم دو در کنترل سلمه‌تره از خود نشان دادند (جدول ۶).

سطح برگ علف‌شور: علف‌کش پندی‌متالین پیش کاشت در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری سبب کاهش صددرصدی در سطح برگ علف‌شور شد اما در مرحله سوم ظاهراً بدلیل کاهش کارایی آن، تأثیر مطلوبی در کاهش سطح برگ نداشت. در مرحله اول علاوه بر علف‌کش فوق، علف‌کش پرومترین و در مرحله سوم تری‌فلورالین نیز سبب کاهش صددرصدی در سطح برگ این علف‌هرز شدند. در مرحله سوم نیز تری‌فلورالین تأثیر مطلوبی در کاهش سطح برگ این علف‌هرز داشت (جدول ۶).

سطح برگ سایر علف‌های هرز: تیمارهای علف‌کش تأثیر متفاوتی در کنترل سایر علف‌های هرز موجود در مزرعه داشتند، به‌طوری‌که در ابتدای مراحل رشد، علف‌کش پرومترین و در اواخر مراحل رشد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌کاشت به همراه وجین‌دستی سبب کاهش صددرصدی سطح برگ سایر علف‌های هرز شدند (جدول ۶).

سطح برگ مجموع علف‌های هرز: به‌طور کلی بر اساس نتایج جدول ۶ می‌توان بیان نمود که در مراحل اولیه رشد زیره سبز، علف‌کش پندی‌متالین پیش کاشت تأثیر بسیار مطلوبی در کاهش مجموع سطح برگ علف‌های هرز داشت اما در اواسط فصل رشد علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی تأثیر زیادی در کاهش سطح برگ مجموع نداشتند و به تدریج از اثر این علف‌کش‌ها کاسته و کارایی آنها در مرحله سوم کمتر شد (جدول ۳). اویسی و همکاران (۲۵) نتیجه گرفتند با کاربرد علف‌کش‌ها سطح برگ توق و تاج خروس در ذرت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. حاج محمدنیا قالی‌باف و همکاران (۱۴) نیز کاهش سطح برگ علف‌های هرز را در تیمارهای کاربرد علف‌کش گزارش کردند. رضوانی مقدم و سیدی (۳۵) بیان داشتند افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز منجر به افزایش شاخص سطح برگ جامعه علف‌های‌هرز و نیز وزن خشک این گیاهان در مزرعه شد. از آنجایی‌که سطح برگ و وزن خشک نقش به‌سزایی در برتری رقابتی گیاه دارند، افزایش سایه‌اندازی علف‌های هرز به‌ویژه در مراحل دوره بحرانی رشد گیاه زراعی سهم قابل ملاحظه‌ای در برتری رقابتی داشته که در نهایت منجر به کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (۳۰).

وزن خشک علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر علف‌کش‌ها بر علف‌هرز هفت‌بند در هر سه مرحله نمونه‌برداری، علف‌هرز سلمه‌تره در مرحله اول نمونه‌برداری و سایر و مجموع علف‌های هرز در مرحله سوم نمونه‌برداری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۴).

وزن خشک علف هفت‌بند: با توجه به نتایج مقایسه میانگین می‌توان بیان نمود که علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی در هر سه مرحله نمونه‌برداری پس از وجین دستی، موجب کاهش صددرصدی وزن خشک علف هفت‌بند شد. در مرحله دوم نمونه‌برداری، علف‌کش‌های تری‌فلورالین و پندی‌متالین پیش کاشت نیز موجب کاهش صددرصدی وزن خشک این علف‌هرز شدند. در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری، کمترین کاهش وزن خشک علف هفت‌بند در زمان کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین و در مرحله سوم نمونه‌برداری در زمان کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین مشاهده شد (جدول ۶). بلک‌شاو (۶) کنترل مطلوب و کاهش وزن خشک هفت‌بند را توسط علف‌کش‌ها در مزارع کلزا تأیید کرد.

وزن خشک سلمه‌تره: در مرحله دوم نمونه‌برداری کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی موجب کاهش صددرصدی وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره شد و در مرحله اول و سوم نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش‌ها منجر به کاهش صددرصدی وزن خشک نشدند اما علف‌کش پرومترین در مرحله اول و علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی در مرحله سوم، بیشترین کاهش وزن خشک را ایجاد نمودند. به طور کلی در هر سه مرحله نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II، کارایی مطلوبی بر کنترل این علف‌هرز نداشتند (جدول ۶). مینا و همکاران (۲۲) بیان نمودند وزن خشک سلمه‌تره توسط پندی‌متالین پیش‌رویشی در سیاهدانه به طور معنی‌داری کاهش یافت.

وزن خشک علف‌شور: با توجه به نتایج جدول ۶، در نیمه اول فصل رشد (مرحله اول و دوم نمونه‌برداری) علفکش پندی متالین پیش کاشت و در نیمه دوم فصل رشد (مرحله دوم و سوم نمونه‌برداری) علفکش تری فلورالین، تأثیر بسیار بالایی در کاهش وزن خشک علف‌شور داشتند. در مرحله اول نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش پرومترین نیز موجب کاهش صددرصدی وزن خشک این علف‌هرز گردید.

جدول ٦- مقایسه میانگین درصد کاهش سطح برگ و وزن خشک علف‌های هرز در سه مرحله نمونه‌برداری

Table 6- Comparison of mean percentage of leaf area and dry weight of weeds in three sampling stages

	تیمار علفکش	First Sampling نمونه‌برداری اول					Second Sampling نمونه‌برداری دوم					Third Sampling نمونه‌برداری سوم				
		هفت بند Knot weed	سلمه تره Lamb squar ters	علف شور Saltw ort	سایر Other weeds	مجموع Total weeds	هفت بند Knot weed	سلمه تره Lamb squar ters	علف شور Saltw ort	سایر Other weeds	مجموع Total weeds	هفت بند Knotwe ed	سلمه تره Lamb squar ters	علف شور Saltw ort	سایر Other weeds	مجموع Total weeds
(Leaf area) سطح برگ	تری فلورالین Trifluralin	97.9a	34.7c	66.7ab	0 b	79.8ab	100a	100a	100a	66.7a	100a	35.3c	79.2ab	100a	74.1a	66.8cd
	پندی متالین پیش کاشت Pendimethalin- pre plant	98.1a	33.3c	100a	33.3ab	94.9ab	100a	100a	100a	66.7a	100a	95.6a	80.5ab	58.2ab	65.2a	89 abc
	پندی متالین پیش رویشی Pendimethalin- pre emergence	100a	0 c	66.7ab	66.6ab	100a	100a	100a	66.7a	66.7a	100a	90.5ab	100a	66.7ab	100a	93.9ab
	پرومترین Prometryn	90.4a	90.4ab	100a	100a	92.1ab	87.8a	85.7ab	83.3a	66.7a	89.9a	88 ab	32.6b	25.3b	99.6a	71 bcd
	متری بیوزین Metribuzin	45.9b	33.3c	21.7b	66.6ab	71b	56.9b	53.9b	59.8a	66.7a	61.7b	41.2bc	47.1b	53.1ab	64.7a	62.1 d
	وجین Weeding	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a
(Dry Weight) وزن خشک	تری فلورالین Trifluralin	97.6a	34.4bc	66.7ab	0 b	78.6a	100a	100a	100a	66.7a	100a	39.2 b	90 abc	100a	35.9b	68.3 b
	پندی متالین پیش کاشت Pendimethalin- pre plant	96.4a	33.3bc	100a	33.3ab	93.1a	100a	100a	100a	66.7a	100a	97.3a	86 abc	72.2a	45.4b	93.5a
	پندی متالین پیش رویشی Pendimethalin- pre emergence	100a	0 c	66.7ab	66.7ab	100a	100a	100a	66.7a	66.7a	100a	100a	98.5ab	66.7a	100a	99.3a
	پرومترین Prometryn	85.9a	83.4ab	100a	100a	89.5a	89.6a	87.6a	91.4a	100a	92 ab	95.8a	49.8 c	54.3a	99.8a	98.9ab
	متری بیوزین Metribuzin	47.7b	33.3bc	8.95b	66.7ab	72 a	38.7b	87.4a	62.6a	66.7a	69 b	68.9ab	58.9bc	73.8a	82 ab	66.1 b
	وجین Weeding	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a

حرف مشترک در هر ستون، عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون FSLD را نشان می‌دهد.

Means of each columns followed by similar letters are not significantly different (FLSD 5%)

وزن خشک سایر علف‌های هرز: کاربرد علف‌کش پرومترین در تمام مراحل نمونه‌برداری منجر به کاهش بالای وزن خشک سایر علف‌های هرز شد. به طور کلی کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II، کارایی مطلوبی در کاهش وزن خشک سایر علف‌های هرز زیره سبز داشتند اما در مرحله سوم نمونه‌برداری، علاوه بر علف‌کش پرومترین، علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی موجب کاهش صددرصدی وزن خشک سایر علف‌های هرز شدند (جدول ۶).

وزن خشک مجموع علف‌های هرز: در مرحله اول نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی و در مرحله دوم نمونه‌برداری، تمامی علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی موجب کاهش صددرصدی وزن خشک مجموع علف‌های هرز شدند اما در مرحله سوم نمونه‌برداری، کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین پیش‌رویشی (۹۹/۳ درصد) و پرومترین (۹۸/۹ درصد) بالاترین کاهش وزن خشک را داشتند (جدول ۶). برتری پندی‌متالین پیش رویشی نسبت به مصرف پیش کاشت آن می‌تواند به این دلیل باشد که چون بعد از کاشت گیاه و آبیاری، بذر اکثر علف های هرز جوانه زده و در حال خروج از خاک بوده‌اند کاربرد پیش‌رویشی این علف کش توانسته علف های هرز نورسته را با کارایی بیشتری در مقایسه با کاربرد پیش کاشت آن از بین ببرد. پروستکو وهمکاران (۲۹) نیز برتری پندی‌متالین پیش رویشی در مقایسه با پیش کاشت اختلاط با خاک را در کنترل علف‌های هرز بادام زمینی گزارش کردند. نتایج تحقیق پریاهر و سینگ (۲۶) نشان داد که بالاترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز مربوط به تیمار پندی‌متالین پیش‌رویشی در زیره سبز بود. همچنین نتایج آزمایش یاداو و همکاران (۴۴) در گشنیز نشان داد که پس از وجین دستی، کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی وزن خشک مجموع علف‌های هرز را ۹۴/۹ درصد کاهش داد.

عملکرد دانه زیره سبز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر علف‌کش‌ها بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک زیره معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۷).

عملکرد دانه: بر اساس جدول ۸ می‌توان بیان نمود که بیشترین عملکرد دانه زیره سبز مربوط به تیمار وجین تمام فصل بود. در این آزمایش پس از تیمار وجین، کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی با ۲۰۴ درصد افزایش، بالاترین عملکرد دانه را داشت و کمترین عملکرد دانه مربوط به کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین با ۶۳ درصد کاهش بود. یاداو و همکاران (۴۲) در آزمایش مزرعه‌ای بر روی زیره سبز به این نتیجه رسیدند که کاربرد پیش‌رویشی پندی‌متالین به میزان (یک کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش ۲۴۲/۹ درصدی در عملکرد اقتصادی گردید. پاتل و همکاران (۲۷) در آزمایشی ۳ علف‌کش پندی‌متالین (یک کیلوگرم در هکتار)، فلوکلرالین (یک کیلوگرم در هکتار) و تری‌فلورالین (یک کیلوگرم در هکتار) را به همراه ۲ تیمار وجین دستی و رقابت تمام فصل علف‌های هرز در هندوستان به‌کار بردند و نتیجه گرفتند بالاترین مقدار عملکرد دانه زیره سبز به میزان ۴۴۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به کاربرد پیش‌رویشی پندی‌متالین بود. در این تحقیق کمترین عملکرد دانه مربوط به کاربرد متری‌بیوزین با ۶۳ درصد کاهش بود. نتایج ایزدی دربندی و همکاران (۱۵)، بگه‌پور امرایی و همکاران (۳) در زیره سبز و مدحج و ثابت زنگنه (۲۰) در اسفناج بیانگر کاهش شدید عملکرد توسط متری‌بیوزین می‌باشد. نیمه عمر علف‌کش متری‌بیوزین در خاک بین ۶۰-۳۰ روز است بنابراین به نظر می‌رسد حساسیت بالای زیره سبز به این علف‌کش و بقای نسبتاً طولانی آن در خاک باعث خسارت شدید و گیاه‌سوزی گردید. بیلندر و همکاران (۴) گزارش کردند استفاده زود هنگام برخی از علف‌کش‌ها (بلافاصله پس از کاشت) هر چند در کنترل علف‌های هرز مؤثرند، ولی نمی‌توانند علف‌های هرز را در طول فصل کنترل نمایند. کاهش شدید عملکرد دانه در زیره سبز در تداخل با علف‌های هرز احتمالاً به این دلیل است که گیاه رشد اولیه کند و سطح برگ کمی داشته و به دلیل سرعت رشد پایینی که دارد مدت زیادی جهت تکمیل سایه‌انداز خود نیاز داشته و همین عامل باعث غلبه علف‌های هرز بر این گیاه می‌گردد. میزان کاهش عملکرد دانه را می‌توان به میزان سایه‌اندازی علف‌های هرز، کاهش اجزای عملکرد و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد رویشی (به دلیل سایه‌اندازی علف‌های هرز)، شدت کاهش در میزان سطح و زمان سبز شدن علف‌های نسبت داد.

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه و بیولوژیک زیره سبز

Table 7- Analysis of variance (MS) of seed and biological yield of cumin

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield
بلوک(Block)	2	2192.63 ns	5488.5 ns
تیمار (Treatment)	5	34585.21 **	22469.93 **
خطا (Error)	10	1175.32	2241.86

ns و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشد.

ns and ** indicate non-significant and significant at 1% level, respectively.

جدول ۸- مقایسه میانگین درصد تغییرات عملکرد دانه و بیولوژیک زیره سبز

Table 8- Comparison of the mean percentage for changes of seed and biological yield of cumin

تیمار علف‌کش	عملکرد دانه Seed Yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological Yield(kg.ha^{-1})
تری فلورالین Trifluralin	+ 107.71 b	+ 79.17 c
پندی متالین پیش کاشت Pendimethalin- pre plant	+ 57.6 bc	+ 80.77 bc
پندی متالین پیش رویشی Pendimethalin- pre emergence	+ 204.3 a	+ 173.3 ab
پرومترین prometryn	+17.03 c	+ 24.52 c
متری بیوزین Metribuzin	- 63 d	- 69.84 d
وجین دستی Weeding	+ 232.59 a	+ 187 a

+ و – به ترتیب افزایش و کاهش درصد تغییرات را نشان می‌دهند.

حرف مشترک در هر ستون، عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون FSLD را نشان می‌دهد.

+ and – represent increased and decreased changes, respectively. Similar letters at each column indicate no significant difference at 5% level based on FLSD test

عملکرد بیولوژیک: پس از وجین دستی، تیمارهای کاربرد علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی با ۱۷۳/۳ درصد و پندی‌متالین پیش‌کاشت با ۸۰/۸ درصد بالاترین عملکرد بیولوژیک زیره‌سبز را دارا بودند و ناموفق‌ترین کارایی در زمان کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین با ۶۹ درصد کاهش مشاهده گردید (جدول ۸). بیشترین عملکرد بیولوژیک زمانی حاصل می‌شود که گیاه در طول دورهٔ رشد خود با بیشترین زمان عدم حضور علف‌های هرز (علی‌الخصوص در اوایل رشد) مواجه باشد. چنین موضوعی دور از انتظار نیست، زیرا گیاه در شرایط عدم رقابت علف‌های هرز در دورهٔ بیشتری از طول رشد خود می‌تواند از منابع موجود استفاده کند و اندام‌های هوایی بیشتری را تولید کند. به همین دلیل در تیمار وجین تمام فصل توانسته بیشترین عملکرد را داشته باشد. سینگ و همکاران (۳۷) گزارش کردند بالاترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۱۴۶۲ کیلوگرم در تیمار وجین دستی در زیره بدست آمد و خاطرنشان نمودند کاربرد پیش‌رویشی پندی‌متالین به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بعد از وجین بالاترین عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت. نگار و همکاران (۲۳) در آزمایشی در گشنیز به این نتیجه رسید که پس از تیمار وجین کامل و دوبار وجین در طی فصل، کاربرد پندی‌متالین پیش‌رویشی (یک کیلوگرم در هکتار) بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۶۶۱ کیلوگرم در هکتار) را به همراه داشت. این نتایج با یافته‌های ایزدی دربندی و همکاران (۱۵) و بگه‌پور امرایی و همکاران (۳) مطابقت دارد. متری‌بیوزین به دلیل اثر گیاه‌سوزی و کاهش شدید سطح برگ گیاه و ارتفاع باعث شد گیاه شاخ و برگ بسیار کمی تولید کند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مهم‌ترین علف‌های هرز خسارت‌زا هفت‌بند، سلمه‌تره و علف‌شور بودند که با توجه به نتایج حاصل به‌نظر می‌رسد زیره سبز نسبت به رقابت با آن‌ها حساس باشد. در بین تیمارهای آزمایش، وجین دستی مؤثرترین تیمار در کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد زیره بود که البته روش مرسوم در مزارع زیره سبز می‌باشد، اما به لحاظ هزینه بالای آن در مقایسه با سایر تیمارهای به‌کار رفته در این آزمایش از نظر اقتصادی کاربرد آن در سطوح بالای کشت، مقرون به‌صرفه نخواهد بود و به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که علف‌کش پندی‌متالین پیش‌رویشی علف‌کش مفید و مؤثری در کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد زیره سبز می‌باشد و علف‌کش متری‌بیوزین اگر چه تأثیر معنی‌داری بر درصد کاهش تراکم، وزن خشک، ارتفاع و سطح برگ علف‌های هرز داشت، ولی به‌دلیل گیاه‌سوزی و کاهش عملکرد زیره قابل توصیه نیست.

منابع

1. Auskarniene O., Psilbisauskiene G., Auskalnis A., and Kadzys A. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. Zemdirbyste-Agriculture, 97:53-60.
2. Baghestani M.A., Zand E., Lotfi mavi F., Esfandiari H., Pour Azar R., and Mamnoei E. 2013. Evaluation of

spectrum efficacy of registered herbicides used in corn. Journal of Plant and Diseases 81: 121-109. (In Persian with English abstract)

3. Bagpour Amrayi M., Izadi Darbandi A., and Barmak H. 2015. Evaluation of the effect of some herbicides on growth and yield of cumin (*Cumin cyminum* L). 6th Iranian Weed Science Congress, Birjand, 21-22 September. 1057-1061 (In Persian with English abstract)
4. Bellinder R.R., Kirkwyland J.J., Russel W.W., and Colquhoun J.B. 2000. Weed control and potato (*Solanum tuberosum*) yield with banded herbicides and cultivation. Weed Technology 14: 30-35.
5. Bhati D.S.1993. Economics of weed control in broadcast and line sowing of cumin (*Cuminum cyminum* L.). In: Proceeding of International Symposium of Indian Society of Weed Science 2: 216-218.
6. Blackshaw R.C. 1992. Combining post emergence grass and broadleaf weed control in canola (*Brassica napus*).Weed Technology 6(4): 892-897.
7. Chaudhary G.R. 2000. Weed management in coriander (*Coriandrum sativum).* Indian Journal of Agricultural Science 70: 603-605.
8. Dastorani M., Gholamalipour Alamdari E., Biabani A., Avaraji Z., and Habibi M. 2016. Effect of pre-planting, preemergence and postmergence herbicides on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). 6th National Congress on Sustainable Agriculture and Natural Resources. (In Persian)
9. Dastorani M., Gholamalipour Alamdari E., Biabani A., Avaraji Z., and Habibi M. 2018. Studying several herbicides effects on weeds control and yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Weed Science 14: 83-95. (In Persian with English abstract).
10. Dungarwal H.S., Chaplot P.C., and Nagda B.L. 2003. Integrated weed management in cumin (*Cuminum cyminum* L.). Indian Journal of Weed Science 35: 239-241.
11. El-Sawi S.A., and Mohamad M.A. 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar with some micro-elements. Food Chemistry, 77: 75-80.
12. Faghih S.A., Nariman V., and Barazi D. 1998. Investigate and experiment the effect of some herbicides on weeds and alfalfa in Azerbaijan: Final report. Plant Pests and Diseases Research Institute. Pp. 24. (In Persian with English abstract)
13. Gholampour Shamami Y., Majnoun Hosseini N., and Alizadeh H. 2013. The effect of different methods of grass management effects and plant density on weed control and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 4: 499-974. (In Persian)
14. Haj Mohamadnia Ghalibaf K., Rashidmahsal M.H., Nasiri Mahallati M., and Zand E. 2011. Response of barnyard weed and cowpea to glyphosate and nicosulfuron herbicides under greenhouse conditions. Journal of Plant Protection, 25: 213-202. (In Persian with English abstract)
15. Izadi Darbandi E., Baghe pour Amraei M., and Barmak H. 2015. Evaluation of different herbicides efficacy in cumin (*Cuminum cyminum* L.) weed control. Weed Research Journal 7: 21-34. (In Persian with English abstract)
16. Jursík M., Kočárek M., Hamouzová K., Soukup J., and Venclová V. 2013. Effect of precipitation on the dissipation, efficacy and selectivity of three chloroacetamide herbicides in sunflower. Plant, Soil and Environment 54: 175–182.
17. Kafi M. 2002. Cumin, technology and processing. Center of Excellence for Special Crops, Ferdowsi University of Mashhad.
18. Karaminejad M.R., Ghanbari Birgani D., Sekhavat R., and Bagheri S. 2016. Effects of density and planting patterns of mungbean, vigna radiate, and herbicides on weed control and yield of mungbean. Pesticides in Plant Protection Sciences 3: 114-128. (In Persian with English abstract)
19. Kumar S. 2002. Weed management in cumin (*Cuminum cyminum* L.). Indian Journal of Agronomy 47: 142-146.
20. Madjad A., and Sabet Zanganeh H. 2015. Chemical control of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Plant Protection 4: 922-911. (In Persian with English abstract)
21. Mamnueei A., Shimi P., and Baghestani M.A. 2012. Evaluation of the effectiveness of multiple herbicides on weeds in sesame (*Sesamum indica* L) farms of Jiroft and Kohnuj. Journal of Herb Science 8: 1-12. (In Persian with English abstract)
22. Meena S.S., Methta R.S., Meena R.D., Meena R.L., and Sharmu D.K. 2014. Economic feasibility of weed management practices in nigella (*Nigella sativa* L.). Journal of Spices and Aromatic Crop 23: 224-228.
23. Nagar R.K., Meena B.S., and Dadheech R.C. 2009. Effect of integrated weed and nutrient management on weed density, productivity and economics of coriander (*Corianderum sativum*). Indian Journal of Weed Science 41(2): 71-75.
24. Naylor R.E.L. 2002. Weed Management Handbook. Black well. Pp 163-180.
25. Oveisi V., Rahimian Mashhadi H., Baghestani M.A., and Alizadeh H. 2013. Interactions between herbicide dose and weed leaf area damage coefficient in a multiple weed species competition with maize. Iranian Journal of Weed Science 9: 127-140. (In Persian with English abstract)
26. Parihar G.N., and Sing R. 1994. Effect of cultural and herbicidal weed management on the yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Annals of Arid Zone 33: 309-312.

27. Patel R.B.D., and Meisuriya M.I. 2008. Chemical weed control in cumin-pearl millet cropping system. Indian Journal of Weed Science 40: 44-48.
28. Prashant J., Kumar V., Charlemagne C., Lim A., and Yadav R. 2017. Evaluation of preemergence herbicides for crop safety and weed control in safflower. American Journal of Plant Sciences 8: 2358-2366.
29. Prostko E.P., Johnson III W.C., and Mullinix Jr B.G. 2001. Annual grass control with preplant incorporated and preemergence applications of ethalfluralin and pendimethalin in peanut (*Arachis hypogaea*). Weed Technology 15: 36-41.
30. Radosevich S.R., Holt J.S., and Ghersa C. 2005. Weed Ecology: Implications for Management. John Wiley & Sons, Inc. New York.
31. Rahimian Mashhadi H. 1991. Effect of planting date and irrigation on growth and yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Journal Agricultural Sciences 3: 46-61.
32. Rahman U.H., Khattak A.M., Sadiqm M., Ullank I., Javerias S., and Ullahi K. 2012. Infuence of different weed management practice on yield of garlic crop. Sarhad Journal of Agricuhture 28: 213-218.
33. Rathore P.S., Bhati D.S., and Mali A.L. 1990. Effect of weed control measures on growth and yield of cumin. Indian Journal of Agronomy 35: 304-305.
34. Renner K.A., and Powell G.E. 1998. Weed control in potato (*Solanum tuberosum*) with rimsulfuron and metribuzin. Weed Technology 12: 406–409.
35. Rezvani Moghaddam P., and Seyedi S.R. 2015. Study of the critical period of weed control and black seed (*Nigella sativa* L.) yield under the influence of control and interference periods. Journal of Plant Protection 29: 175-186. (In Persian with English abstract).
36. Senthivel T. 2001. Chemical weed control in rainfed coriander. Madras Agricultural Journal 88: 532-533.
37. Singh B.G., Karishana M., and Mohan K. 2002. Physiological effect of preemergence herbicides in mungbean (*Vigna radiate* L.), Annals of Agricultural Research 13: 401-403.
38. Somani L.I. 1992. Dictionary of Weed Science. Agrotech Publishing Academy (India). 256 pp.
39. Terra B.R., Martiny A.R., and Lindquist J.L. 2007. Corn-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference is affected by sub-lethal doses of post-emergence herbicides. Weed Science 55: 491-496.
40. Thomas A., and Kells K. 2004. Triazine-resistant common lambsquarters (*Chenopodium album*) control in corn with preemergence herbicides. Weed Technology 18: 551–554.
41. Wall D.A., and Friesen G.H. 1986. The effect of herbicides and weed on yield and composition of dill (*Anethum graaveolens* L.). Journal of Crop Protection 5: 137-142.
42. Yadav R.S., and Dhama A.K. 2003. Effect of planting date, irrigation and weed control method on yield and water use efficiency of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Indian Journal of Agricultural Science 73: 494-496.
43. Yadav S.S., Sharma O.P., and Yadav R.D. 2005. Comparative efficacy of herbicidal and manual weed control in cumin at different levels of nitrogen. Indian Journal of Agronomy 50: 77-79.
44. Yadav R.S., Choudhary I., Yadav L.R., and Keshwa G.L. 2013. Growth yield of coriander (*Coriandrum sativum*) as influenced by weed management and nitrogen levels. Indian Journal of Agronomy 58: 597-602.
45. Zand E., Saremi H., and Mousavi K. 2007. Physiological Function and Application of Herbicides. Zanjan University Publication. Pp. 286.

Journal of Plant Protection
Vol. 34, No. 4, Winter 2021, P. 457-472

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۷۲-۴۵۷

Feasibility of Chemical Control of Weeds in Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

T. Haji Rezaei[1]- S.V. Eslami[2]*- S. Mahmoodi[3]- M. Minbashi Moeini[4]
Received: 11-05-2020
Accepted: 19-10-2020

Introduction: Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is one of the most important domestic medicinal plants in the country. Currently Iran is one of the most important producers of cumin. Features such as short growing season, low water requirement, lack of interference with other crops, high economic justification for other crops and exportability, make this plant a special place in the pattern of cultivated area This plant has a special place in the cultivation pattern of arid and semi-arid regions, including Khorasan. Given that cumin is a delicate plant with low weed competitiveness and on the other hand because it leaves cover the ground as much as possible, it provides a suitable environment for weed growth and development. Although cumin growers are currently struggling with weeding the fields mechanically, this method is costly and damages to the cushion bushes, identifying the herbicide of choice for combating weeds. The weeds of this plant will be a great step towards reducing the cost of its production. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the chemical control of weeds and to evaluate the cumin tolerance to herbicides and to select herbicides for this important medicinal plant.

Materials and Methods: In order to evaluate the efficacy of herbicides from cell division inhibitor and photosystem II inhibitor groups, an experiment was conducted as a randomized complete block design with 6 treatments and 3 replications in Agricultural Research Farm at University of Birjand 2017. In this research herbicides from cell division inhibitors group including trifluralin pre-plant incorporated (2 $L.ha^{-1}$), pendimethalin pre-plant incorporated (3 $L.ha^{-1}$), pendimethalin preemergence (3 $L.ha^{-1}$) as well as herbicides from photosystem II inhibitors group including prometryn preemergence (2 $Kg.h^{-1}$), metribuzin preemergence (1 $Kg.h^{-1}$) and a weeding treatment was also added. The measured traits for weeds included: height, density, dry weight, leaf area and for cumin included: seed yield and biological yield.

Results and Discussion: According to the results of analysis of variance, herbicide treatments had a significant effect on density, height, dry weight and leaf area at different stages of weed sampling. Comparison of mean data on total weed density showed that after weeding treatment, application of pendimethalin preemergence caused an almost 100% reduction in total weed density, which was not statistically significantly different from pre-plant incorporated trifluralin. Concerning weed height, the results showed a significant decrease in the effect of herbicides on weed height. Comparison of means showed that preemergence and pre-plant pendimethalin had a great impact on weed leaf area reduction. Experimental treatments had a significant effect on weed dry weight. Results showed that pendimethalin herbicide had the greatest percentage of reduction in total weed dry weight after weeding treatment. The results of visual assessment also indicated the greater impact of cell division inhibitor herbicides on weed control at all three sampling stages. Preemergence pendimethalin had the greatest efficiency in weed control, whereas metribuzin and prometryn had the least efficiency in this regard. Moreover, the results of visual assessment of herbicide effects on cumin showed that pendimaline had no significant effects on cumin either in pre-plant or pre-emergence applications, probably due to the rapid metabolism of this herbicide in the plant and its low mobility in the soil. The greatest damage to cumin was related to metribuzin. The results showed that the greatest seed yield was related to full-season weeding treatment, followed by pendimethalin herbicide application which caused a 204% increase in the crop seed yield and the lowest seed yield was related to metribuzin with 63% reduction in crop seed yield. It seems that due to relatively long survival of metribuzin in the soil (30-60 days) and the high susceptibility of cumin to this herbicide, it caused severe damage to the crop.

Conclusion: All herbicides applied in this study showed an acceptable level of control over weeds in terms of percentage of density reduction, dry weight, height, and leaf area of weeds. Pendimethalin herbicide after weeding all season had the highest percentage of grain yield and biological yield enhancement, while the least

1, 2 and 3- M.Sc. of Weed Science and Associate Professors, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, respectively.
(*- Corresponding Author Email: sveslami@birjand.ac.ir)
4- Associate Professor of Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
DOI: 10.22067/jpp.v34i4.86545

performance was related to metribuzin. According to the results of the visual assessment, the greatest and least impacts of herbicides on weeds was occurred with pendimethalin and metribuzin, respectively. In general, according to the results of this study, pendimethalin herbicide can be effective in controlling weeds and enhancing the yield of cumin because of its greater inhibitory effect on weeds as well as its safety for cumin.

Keywords: Hand weeding, Metribuzin, Pendimethalin, Prometryn, Trifluralin